

明治大学人文科学研究所紀要 第54冊 (2004年3月31日) 271- -284

伊豆諸島における冬季の収束性擾乱に伴う 降水の気候学的研究

梅 本 亨

Climatological study of the winter precipitation from band-type clouds around the Izu Islands

UMEMOTO Tohru

Meteorological satellite imageries of clouds give us magnificent scenes of the atmospheric phenomena. One of the most outstanding cloud patterns is seen during severe cold outbreaks over the wintertime oceans and some lakes. That is a widely extended white area formed by many lines of convective cloud streaks. Some favored regions of such cloud pattern in the northern hemisphere are the Sea of Japan, the East China Sea, the northwest Pacific Ocean off the coast of Japan, the Gulf of Mexico, the northwest Atlantic Ocean off the east coast of the North America, the North Sea near the Scandinavian Peninsula, the Baltic Sea, and the Great Lakes of the North America. In this paper, the author discussed the precipitation of band-type convective cloud streaks under cold surges around the Izu Islands, off the Pacific coast of the central Japan.

We often observe some thick cloud streaks or band-type clouds that start at the lee side region of some high mountain areas and large islands. Sometimes these bands show the special structure and bring heavy snowfalls over their arriving regions along the Japan Sea coast of Honshu Island in Japan. In the Pacific Ocean near the central Japan, we can also find several band-type clouds starting from the downstream regions of Mt. Fuji or Izu Peninsula, Cape Omaezaki, Bay of Ise, Kii mountains, and Cape Shionomisaki. The Izu Islands is the northern part of the Izu–Ogasawara (Bonin) Island Arc running in north-to-south direction.

The GMS/IR (Geostationary Meteorological Satellite/Infrared) imageries are the best way to detect these band-type clouds. The author selected three winters (1996 December–1997 February, 1997 December–1998 February and 1998 December–1999 February) and analyzed 6480 pieces of GMS/IR images in total (24 hourly images of 90 days for a winter). The result was tabulated in the form of daily data. The daily occurrence frequency of band-type clouds around the Izu Islands was about 50%. Most of these band-type clouds are classified into three categories by means of the area of starting points; type-A band starting off the coast of Izu Peninsula (ca. 100 km to the southwest of Tokyo); type-B band starting at the mouth of the Bay of Ise (near Nagoya); type-C band starting off the east coast of Kii Peninsula (ca. 100 km to the southeast of Osaka and Kyoto).

In the northern part of the Izu Islands (Oshima, Niijima and Miyakejima), type-A bands frequently emerge but the amount of precipitation (it rains in most cases) is generally small. In the southern

part of the Izu Islands (Hachijojima), band-type clouds are also observed frequently. In this case, type-C bands are most common and bring relatively much precipitation. The author considered that the reason why the precipitation of type-C bands is stronger than that of type-A bands is the difference of convection depth over the ocean. Type-C bands may have deeper convection than type-A bands because type-C bands extend with a very long distance over the warm Kuroshio Current.

《個人研究》

伊豆諸島における冬季の収束性擾乱に伴う 降水の気候学的研究

梅 本 亨

1. はじめに

伊豆諸島の気候は、近傍の本土（本州の太平洋岸）と比較するとより多量の降水で特徴づけられる海洋性のものである。その降水の原因は、主に台風や南岸を通過する温帯低気圧であると考えられるが（Umemoto 1982, 梅本 1991）、寒候期には寒波に伴う「筋（状）雲」として知られる列状の積雲群またはそれが風の上流部の地形等によって帯状に組織化された「帯状雲」もある程度の寄与をしていることが推定できる。

筋状雲は、強い寒気移流の場において相対的に温暖な広い水面があれば容易に発生する。気象衛星画像の利用が可能になるとすぐにその存在は注目を集め、北大西洋（特に北海周辺海域）やメキシコ湾、北太平洋（日本近海からアリューシャン列島近海）などの雲分布の特性の一つであることが知られるようになった。非常に低温な東アジアの寒波は、温暖な黒潮海域や日本海・黄海・東シナ海に顕著な筋状雲を発生させる。北大西洋の北海付近も温暖な湾流の上で多くの筋状雲が発生するが、寒波自体は北極域やグリーンランド付近からのもので、北太平洋よりは発生頻度が低く規模も小さいものと思われる。ただし、スカンジナビア北部上空に高気圧が存在すると、シベリアからの東風の寒波がバルト海やボスニア湾を吹き渡るため、典型的な筋状雲が発生する（Andersson and Gustafsson 1994）。かなり緯度の低いメキシコ湾の筋状雲は、北アメリカ大陸特有の大地形による寒気の南下によって発生するものと思われる。また、温暖な海域とは性質の全く異なる北アメリカの五大湖においても筋状雲の発生はよく知られている。Kristovich and Steve (1995) によれば、冬季の五大湖における筋状雲の日別発生率は、面積の狭いオンタリオ湖で約30%、最も北に位置し面積も広いスペリオル湖で約70%にもおよぶという。

このような知見は、1960年の人工衛星による雲分布の観測開始とともに活発に行われた諸研究によっている。最初はタイロス（TIROS）やエッサ（ESSA）の初期型ような低解像度の極軌道衛星の画像が使用されたが、すぐに1966年末のATSに始まる静止軌道衛星の画像が使用されるようになった。日本の『ひまわり』（GMS）の運用は1977年からであるが、これにより日本付近の定常的な衛星

伊豆諸島における冬季の収束性擾乱に伴う降水の気候学的研究

画像の利用が可能となった。「筋状雲」、「带状雲」という用語はすでに1960年代から使用されており(岡林 1972), 日本海側の豪雪の成因解明を目的として特に带状雲の研究が精力的に行われた(例えば, 植村 1980など)。

地理学者による雲分布研究もほぼ同時に始まっており, 黒坂は初期の極軌道衛星であるノア(NOA)の画像を使用して日本付近の冬季の雲分布の特徴をまとめ(黒坂 1981), さらに太平洋に出現する顕著な筋状雲の位置が固定する傾向にあることを示している(黒坂 1982)。本研究で扱う伊豆諸島にかかる带状雲は, すでに黒坂(1982)によって「伊豆半島沖」・「伊勢湾沖」・「紀伊山地沖」の「クラウド・ライン」として分類されているものである。GMSを使用した代表的な成果に仁科の一連の研究がある(仁科 1984a, 1984b, 1987, 1988, 1989)。ここで仁科は, 日本の地形によって励起される気流系の動向が周辺海域の雲分布をどのように規定するのかを, メソスケールの詳細な解析によって追求している。なお仁科は, 本研究で带状雲と称する雲域を「雲バンド」と呼び, 気象学において「収束雲」と呼ばれてきたものとは明確に区別している。この用語法は, 日本海と太平洋では基本的な雲発生の方が異なることが「収束雲」の成因に関する数値実験研究(Nagata 1986, 1987, 1991)からも支持されるので妥当である。しかし, 太平洋側の带状の雲も基本的には地形による気流の収束が発生海域を規定していることから, 本研究では「带状雲」という表現を採用することとした。

梅本(1997)は, 全世界から124の海洋島をとりあげ, その年降水量平年値を比較して, 大島から八丈島にかけての伊豆諸島は, 南北両半球の30度から50度の緯度帯において極めて多量の降水で特徴づけられる特異な海洋島であることを示している。また, 日本の島嶼において伊豆諸島よりはるかに多降水で知られるのは屋久島であり, その降水特性について高原・松本(2002)が, 孤立峰的地形に着目して豪雨に関する気候学的な研究を行っている。冬季の冬型気圧配置下においても日降水量が100 mmを越すような豪雨が発生しているが, その詳細は明らかではない。このように, 日本の島嶼の気候には不明な点が多く残されている。

以上のように, 紀伊半島から伊豆半島にかけての本州の地形が, 寒波時に太平洋に発生する筋状雲を組織化して带状の構造を形成し, それが伊豆諸島近海に荒天をもたらしていることはほぼ確実である。本研究の目的は, 衛星画像を用いて伊豆諸島にかかる带状雲の出現状況を確認することと, 降水がどの程度かを量的に見積もることである。

II. データと方法

本研究で使用した主なデータは, 気象庁の静止気象衛星画像(GMS/IR), アメダス(AMeDAS)の日降水量である。補助資料として気象庁天気図, 気象官署の地上気象観測データ等を援用した。

1. 研究対象領域設定

図1は, 冬季の日本近海における带状雲や筋状雲の発生状況を記載するために, 伊豆諸島以西(東経140度以西), 北緯30度以北の日本近海域を便宜的に6海域に区分したものである。このように

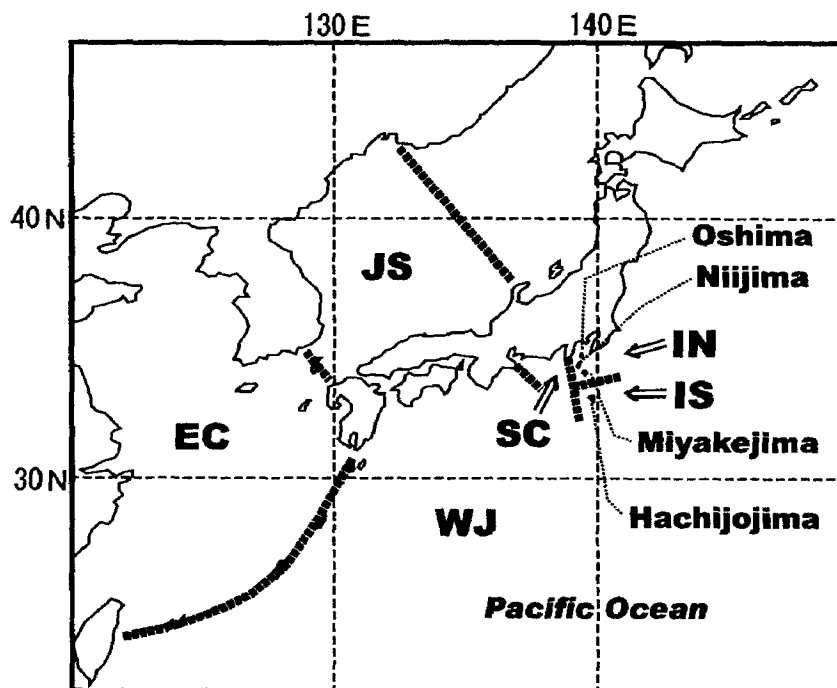


図1 作業上の海域区分

IN: 伊豆諸島北部, IS: 伊豆諸島南部, SC: 東海沿岸海域, WJ: 西日本南岸海域
EC: 南西諸島北方海域, JS: 日本海西部海域

区分したのは、本研究で対象とする伊豆諸島に降水をもたらす带状雲は、伊豆諸島海域でのみ単独に発生するとは考えにくく、西南日本を取り囲む諸海域で同時発生している可能性が高いので、带状雲発生の際の成立状況を空間的に把握することができるようにするためである。例えば伊豆半島南部東岸付近に発生する带状雲が東方に延びるときには、そこからの降水の機会は大島や新島など伊豆諸島北部に現れる。八丈島を代表とする伊豆諸島南部では、北部の带状雲からの降水は期待できないが、より西方の伊勢湾や熊野灘から延びる带状雲によって雨が降る可能性がある。

伊豆諸島北部 (IN) と南部 (IS) の境界は、三宅島 (北緯34度付近) と八丈島 (北緯33度付近) の中間に置いている。伊豆半島南端 (石廊崎付近) から志摩半島東端 (大王崎付近) までの本州南岸海域を東海沿岸海域 (SC) とする。また、ここには伊勢湾を含むものとする。熊野灘から四国・九州の太平洋岸を経て南西諸島に至る海域を、西日本南岸海域 (WJ) とする。九州西方の東シナ海から黄海を経て渤海に至る海域を南西諸島北方海域 (EC) とする。日本海については、およそ能登半島とウラジオストクを結ぶラインの西側を日本海西部海域 (JS) とする。

本研究で対象とする伊豆諸島は、大島から八丈島までとし、降水量に関する検討は大島・新島・三宅島・八丈島の4地点で行う。大島から三宅島までの三島は「伊豆諸島北部」、八丈島は「伊豆諸島南部」の降水をモニターする代表観測地点と考える。また、本州南岸海域を頻繁に通過する温帯低気圧は、冬季の伊豆諸島におけるもっとも重要な降水要因であるが、同時に伊豆半島や房総半島にもかなりの降水をもたらす。この低気圧降水と带状雲降水を区別することはかなり難しい。特に低気圧に

伊豆諸島における冬季の収束性擾乱に伴う降水の気候学的研究

伴う広い上層雲域が存在する場合には、衛星画像では下層状態が判別不能となる。そこで、両半島の南端の気象観測所（石廊崎と館山）での降水の有無をもって、低気圧による降水か帯状雲による降水かを判別することにした。

2. 帯状雲の判読

帯状雲の判読に使用するのは、気象衛星 GMS の赤外画像である。GMS 画像を用いた日本周辺の冬季の雲分布の先駆的諸研究においては可視画像が使用されることも多かった。それは衛星に搭載されている可視領域のセンサーの空間分解能の方が、赤外領域のそれよりも高かったかららしいが、実際には夜間の情報が得られないという致命的な欠点の方が研究上の問題となろう。本研究では、ここ数年の技術進歩によって多量の衛星画像が手軽に扱えるようになったため、毎時（1日につき24シーン）の赤外画像データを使用し、1996/97年から1998/99年の3冬の12月1日から2月28日までの各90日間を対象として雲分布を目視によって検討した。

図2に、冬季の寒気吹き出し時に対流性の積雲群が作る典型的な雲分布パターンを示す。図の左パネルは日本付近の赤外画像を伊豆諸島中心に切り取ったものである。全体的にはいわゆる筋雲が卓越する雲分布パターンである。右パネルは、同じ画像の濃度階調数を落として単純化し、灰色の帯（A～D）、楕円領域（s）、長方形領域（v）をガイドとして記入したものである。

本研究においては、画像上で比較的細い多数の線状の雲列となるものを「筋状」（図2bの楕円領域s参照）、やや太くて周囲に雲のない領域を伴うため視認しやすく、かつ風の下流方向にその幅を徐々に増すような雲塊列（または連続した雲域）を「帯状」（同じく灰色の帯A～D）、そして全体としては帯状であるが、個々の雲塊が不規則な曲率をもった渦に似たものから成るものを「渦状」（長方形v）と呼ぶことにする。これは、中田（1987）が指摘した「渦列雲」（小低気圧に対応する連鎖した分布形態をとる渦状の雲群のこと）とは異なる。また、済洲島と屋久島のはぼ南南東方向には、規則正しいメソスケールの渦パターンが並ぶことがある。これは一般にカルマン列渦であるとされて

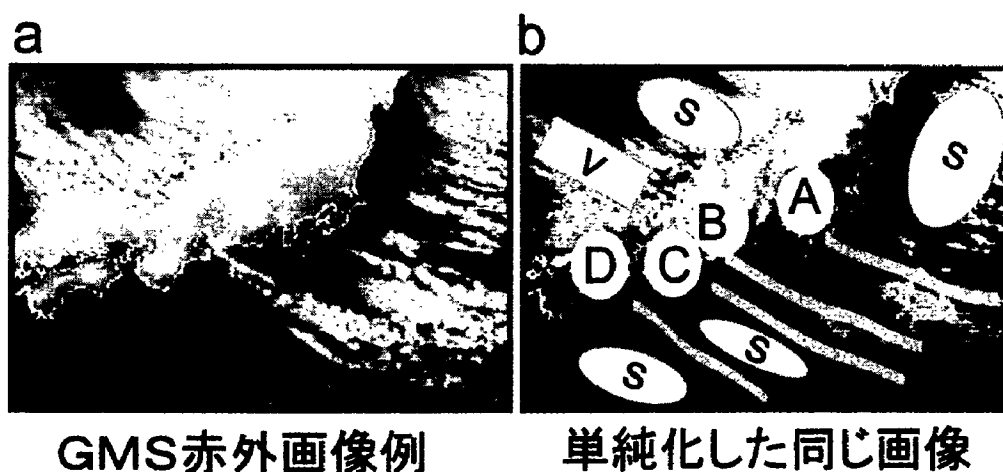


図2 寒気吹き出しにともなう雲分布パターン

A～D：帯状雲，s：筋状雲が卓越する海域，v：渦状雲（全体としては帯状）

いるが (Atkinson 1981: pp. 110–120), 研究対象の伊豆諸島においては少なくとも筆者の知る限り観測例はない。本研究の「渦状」は, このような規則的な雲パターンとは異なるもので, むしろ上層雲が少ない「带状」の一例として扱うべきかもしれない。

伊豆諸島をカバーする带状雲は, 北部と南部では別個のものであることがある。仁科 (1984b) の中部日本周辺の研究により, 北部と南部で別の带状雲がかかる場合は, 上空1000 m から2000 m で西よりの風が卓越しているケースに当たることが推定されるが, 八丈島付近の詳しい状況については不明である。本研究では, 仁科 (1984a) が西南日本の太平洋側の研究で指摘している熊野灘から延びる「雲バンド」が八丈島付近にかかるケースが多かった。

带状雲は, その発生海域付近では位置の持続性が高いが, 下流側では位置をかなり激しく変えることも多い。伊豆諸島南部にかかる雲域のなかには, 偶然に带状に見えるものもあるので, 毎時の画像を時系列的に動画として何度も観察し, 発生位置がほぼ一定の地点にあり, 確実に一本の帯として下流側に連続し, かつ少なくとも半日は持続するものを選定するよう配慮した。しかし, 目視観察であるため主観的な判定にとどまっていることは明記しておかねばならない。また, この海域を南岸低気圧が通過した直後に, いわゆる「引きの冬型」となって筋状や带状の積雲列が多数発生することがある。この場合, それらの積雲列の南端部は, 通過した低気圧に伴う上層雲に半ば覆われてほとんど観察不能となる。このような上層雲の存在によって下層の雲分布が判然としない場合は除外する。

3. 6 地点の降水パターンによる带状雲降水の判別

衛星画像で観察できるのはあくまでも雲であり, 带状雲の下で降水が地表に到達している保証はない。そこで, 降水量データによるクロスチェックが必要となる。伊豆諸島には4ヶ所のアメダス観測点が設置されており, 伊豆諸島北部に大島・新島・三宅島, 南部に八丈島がある。この他, 北端の大島を挟むように伊豆半島南端の石廊崎と房総半島南端の館山の観測点がある。これら6地点の日降水量データを使用して, 带状雲による降水の可能性が想定される4種類の分布パターンの判別を行う。なお, ここでは日降水量0 mmと無降水を区別しない。また, 合計270日のうち, 大島に1日, 新島に6日の欠測があるが特に補完等を行っていない。

① 4島の少なくとも1地点で5 mm/day以上かつ2半島先端ともに0 mm/day: 伊豆諸島にのみ降水があったケースを抽出するものである。条件の後半によって, ほとんどの南岸低気圧による降水のケースが除外される。

② 4島の少なくとも1地点で10 mm/day以上かつ2半島先端ともに5 mm/day未満: 南岸低気圧による降水を除外できないが, 带状雲による比較的強い降水を検出する可能性がある。①を同時に満たすケースは, 典型的な事例である可能性が高い。

③ 上記の①②のいずれかの条件を満たし, さらに北部3島の少なくとも1地点で10 mm/day以上かつ八丈島で5 mm/day未満: 伊豆半島付近に発生する带状雲が主として伊豆諸島北部に比較的強い降水をもたらす場合を検出する。

④ 6地点のうち八丈島で1 mm/day以上かつ他の地点は全て0 mm/day: 伊豆諸島の南部にのみ带状雲による降水があるというケースを抽出する。南よりの経路を通る低気圧による降水のケースが含

まれるが、衛星画像で容易に除外できる。

Ⅲ. 結果および考察

1. 帯状雲の発生状況

表1から表3に対象とした3冬の解析結果を示す。表は上段から下段へ12月・1月・2月の順に並べてある。各段の1行目は日付、その下に「海域／雲」として図1に示す6海域の雲分布の特徴を符号で示している。最初の2行は伊豆諸島海域の北部と南部であり、ここに帯状雲がかかっているかどうかをもっとも重要な解析結果である。帯状雲が伊豆諸島にかかっている場合は、その発生地点（気流に対して最上流部）がどこであるかを、連続する衛星画像を動画として何度も観察して決定した。伊豆半島付近から発生する場合を「A」、伊勢湾口付近から発生する場合を「B」、紀伊半島東岸の熊野灘から発生する場合を「C」としている。また、発生地点が上層雲によって判別不能な場合と、紀伊半島の南西側などの上記の3例と異なるものを一括して「D」としている（図2参照）。伊豆諸島の二つの海域に同じ符号が重複して記入してあるのは、同じ一本の帯状雲が北から南へ延びて領海域にかかる場合である。海域の3番から6番までは特定の帯状雲の記載ではなく、海域にどのような雲パターンが卓越していたかを小文字で示している。それぞれ、筋状雲（s）、帯状雲（b）、渦状雲（v）、およびその組み合わせを表すが、太平洋（海域の3番と4番）では帯状雲のみが出現しやすく、黄海／東シナ海（海域の5番）と日本海西部（6番）では筋状雲のみ、または筋状雲と帯状雲の共存が特徴的である。これは、両海域における下層大気の大気熱力学的特性が異なることを示唆している。

伊豆諸島の北部および南部のいずれかにおいて帯状雲が出現したのは、1996/97年冬は44日、1997/98年冬は36日、1998/99年冬は38日であり、日を単位とした出現率は約40～50%となっていた。上述のように上層雲に隠れて確実に観察できない場合を除いているので、ほぼ50%の出現率と見積もることができよう。一方、大島・新島・三宅島・八丈島の少なくとも1観測所において1mm以上の降水があった日数は、1996/97年冬：44日、1997/98年冬：57日、1998/99年冬：34日となっている。本研究で冬とした90日間におよそ10回程度の温帯低気圧通過があるとすれば、帯状雲による降水の機会、帯状雲の出現率をやや下回る程度であると考えられる。

伊豆諸島北部にかかる帯状雲は、そのほとんどが伊豆半島付近に先端をもつもの（表1～表3中にAとしたもの）であり、伊勢湾口（同じくB）と熊野灘（同じくC）から延びるものは非常に稀である。これに対し、伊豆諸島南部では帯状雲の出現頻度自体が北部の半分程度であり、それらの約半分が熊野灘に先端をもつものである。次いで伊勢湾口のもの、そしてやや稀な事例として、伊豆半島付近のものが南に延びることがある。

2. 伊豆諸島の降水

表1～表3の各月の段の下部は、前章末に記述した伊豆諸島付近における降水パターンの判別結果である。判別①と②は、伊豆諸島である程度の降水があり、その東西の伊豆半島・房総半島ではほとんど降水が無い、という帯状雲によって期待される降水分布パターンである。②は①よりも強い降水

表1 雲分布パターンの解析結果 (1996/97)

1996. DEC

日付	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
海域/雲																															
1:IN	A	A	A	*	*	*	*	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A	A	A	*	*	A	A	*	A	*	A	*	*	*
2:IS	*	*	*	*	*	C	*	C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	C	C	*	*	*	*	*	C	A	*	*	*	*	*
3:SC	sb	b	*	*	*	b	s	sb	*	*	*	*	*	*	*	*	*	b	b	b	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4:WJ	sb	sb	*	*	b	s	s	sb	*	b	b	b	*	*	*	*	*	sb	sb	*	*	s	sb	*	b	*	*	*	*	*	*
5:EC	s	*	*	*	s	s	s	*	*	s	s	*	*	*	*	*	s	sb	sb	*	*	s	s	*	*	*	*	*	*	*	*
6:JS	sv	sb	*	*	sb	b	sv	*	*	s	b	*	*	*	*	*	svb	svb	s	*	s	s	*	s	s	*	*	*	*	*	*
降水判別																															
①	●	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	●
②	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
③	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
④	-	-	-	-	-	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	●	-	-	-	●

1997. JAN

日付	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
海域/雲																															
1:IN	*	*	*	A	*	*	A	A	A	*	*	*	*	*	A	*	*	C	A	*	A	*	*	A	A	A	*	*	A	A	A
2:IS	*	C	C	C	*	D	C	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	B	*	*	C	B	C	*	C	C	*	*
3:SC	*	*	b	b	*	*	b	b	b	*	*	*	*	*	b	*	*	b	b	*	b	s	*	b	b	b	*	*	b	b	b
4:WJ	b	sb	b	b	sb	sb	sb	sb	sb	*	*	*	*	*	b	*	b	b	*	sb	sb	s	sb	sb	sb	sb	*	sb	sb	sb	sb
5:EC	sb	sb	sb	*	s	s	s	s	s	s	s	s	*	*	*	*	*	s	*	s	s	sb	*	sb	sb	sb	*	s	s	*	*
6:JS	s	sb	sb	b	*	s	*	sb	*	s	*	*	*	sb	*	*	sb	sb	*	*	s	s	*	s	s	s	*	b	b	s	*
降水判別																															
①	●	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	●	-	●	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-
②	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	●	-	●	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
③	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
④	●	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	●	-	-	●	-	-	-	●	●	-	-	-	-	-	●	●	-	-

1997. FEB

日付	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
海域／雲																												
1:IN	A	*	A	*	*	A	A	*	*	*	C	A	A	*	*	*	A	A	A	*	A	A	*	*	*	*	*	*
2:IS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	C	C	*	*	*	*	*	*	B	*	B	*	D	*	*	*	*	*
3:SC	*	*	b	*	*	*	*	*	*	*	b	b	*	*	*	*	b	b	b	*	b	b	*	*	*	*	*	*
4:WJ	b	*	sb	sb	*	sb	*	*	*	*	sb	sb	*	*	*	b	b	sb	sb	*	sb	sb	b	*	*	*	*	*
5:EC	*	s	*	*	*	*	*	*	*	*	sb	sb	s	*	s	sb	sb	s	s	*	s	*	*	*	*	*	*	*
6:JS	*	*	sb	s	*	sb	*	*	*	*	s	sb	*	*	*	sb	svb	svb	*	*	sb	s	*	*	*	*	*	*
降水判別																												
①	-	-	-	-	●	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-
②	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-
③	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
④	-	-	-	-	-	-	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	●	-	-

(海域) IN:伊豆諸島北部、 IS:伊豆諸島南部、 SC:東海沿岸海域

WJ:西日本南岸海域、EC:南西諸島北方海域、JS:日本海西部海域

(雲) A:伊豆半島付近から延びる带状雲、B:伊勢湾付近から延びる带状雲

C:熊野灘付近から延びる带状雲、D:それ以外(主として潮岬以西)から延びる带状雲

s:筋状雲、b:带状雲、c:渦状雲 (以上小文字記号は海域全体の雲分布パターン)

*:晴天または上層雲で詳細不明な場合

(降水判別)

①大島・新島・三宅島・八丈島のいずれかで5mm/day以上、かつ石廊崎・館山で0mm/day

②大島・新島・三宅島・八丈島のいずれかで10mm/day以上、かつ石廊崎・館山で5mm/day未満

③大島・新島・三宅島のいずれかで10mm/day以上、かつ八丈島・石廊崎・館山で5mm/day未満

④八丈島で1mm/day以上、かつ石廊崎・館山・大島・新島・三宅島で0mm/day

いずれも条件に該当した場合に●印、該当しない場合はー印

を想定したものである。③は伊豆諸島北部のみ、また④は伊豆諸島南部のみに降水が偏るパターンで、それぞれ带状雲「A」と「B・C」による降水イベント抽出を期待したものである。以下、3冬についての带状雲出現状況と降水分布特性の対応を検討する。

①と②を同時に満たす場合は、かなり典型的な事例であると考えられる。すなわち、伊豆諸島の4島のいずれかで10mm/day以上の降水があり、かつ伊豆・房総の両半島の南端ではともに0mm/

伊豆諸島における冬季の収束性擾乱に伴う降水の気候学的研究

表2 雲分布パターンの解析結果 (1997/98)

記号は表1を参照のこと

1997. DEC

日付	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
海域/雲																																
1:IN	*	A	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A	*	*	A	*	A	*	A	*	*	*	*	*	*	*	A	A	A	A	
2:IS	*	C	*	*	*	*	*	*	*	C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3:SC	*	b	*	*	*	*	*	*	*	*	*	b	b	*	*	b	*	b	b	*	*	*	*	*	*	*	*	b	b	b	b	
4:WJ	*	sb	sb	*	*	*	*	*	b	b	sb	b	*	*	*	b	sb	b	*	*	*	*	*	*	*	*	b	b	*	sb	sb	
5:EC	sb	s	*	*	*	*	*	s	s	s	s	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6:JS	v	svb	sb	*	*	*	*	s	s	s	svb	b	*	*	b	*	*	*	*	*	*	s	*	s	s	*	*	b	b	*	b	
降水判別																																
①	-	-	-	-	-	●	●	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	●	-	●	●	-	-	-	●
②	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	●	-	●	-	-	-	-	-
③	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
④	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1998. JAN

日付	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
海域/雲																																
1:IN	*	*	*	*	C	*	A	*	*	*	*	A	A	*	*	A	*	A	A	*	A	*	*	A	A	A	*	A	A	*	A	
2:IS	*	D	*	*	D	B	C	*	*	*	*	A	b	*	*	*	*	*	C	*	*	*	*	D	*	C	*	*	*	*	*	
3:SC	*	b	*	*	*	*	b	*	*	*	*	b	b	*	*	*	*	b	b	*	b	*	b	b	sb	sb	b	*	b	sb	*	b
4:WJ	b	b	*	*	b	sb	b	*	*	*	*	b	b	*	b	b	*	b	b	b	b	b	*	b	b	sb	sb	b	*	sb	*	b
5:EC	*	*	sb	sb	b	b	*	s	*	*	*	*	*	*	*	s	sb	sb	sb	sb	s	*	svb	s	s	s	*	sb	s	sb	s	b
6:JS	*	*	*	*	sb	svb	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	svb	sb	sb	svb	*	svb	svb	svb	svb	svb	svb	svb	sb	*	sb
降水判別																																
①	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
②	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	●	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	●	-	-	-	
③	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
④	-	●	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	●	-	-	-	●	●	-	●	●

1998. FEB

日付	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
海域/雲																															
1:IN	*	*	*	A	A	A	*	*	A	A	A	*	*	*	*	*	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2:IS	*	*	*	*	C	C	*	C	D	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3:SC	*	*	*	b	b	b	*	*	b	b	b	*	*	*	*	*	b	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4:WJ	*	*	*	b	b	b	*	sb	b	b	b	*	*	*	*	*	b	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	b
5:EC	*	*	s	s	sb	*	s	s	s	b	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	s
6:JS	*	*	s	svb	svb	*	s	s	b	*	*	*	*	*	*	*	s	*	*	*	*	s	*	*	*	*	*	*	*	*	*
降水判別																															
①	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
②	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-
③	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
④	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

day という条件である。これに合致する日は1996/97年に6回、1997/98年にも6回、1998/99年には1回の計13回あった。13回の日降水量の平均をとると、大島 (0.1 mm)、新島 (0.5 mm)、三宅島 (2.2 mm)、八丈島 (17.7 mm) というように、南ほど量が多くなるように見える。実際には、13回中の7回が八丈島のみの多降水で、他の3島では0 mm/dayとなっていた。つまり、④をも同時に満たしていたことになる。したがって、伊豆諸島においてやや顕著な帯状雲降水とみなされる事例は、基本的には熊野灘付近に発生する帯状雲が東方の八丈島付近に延びる場合であることがわかった。なお、伊豆諸島北部を中心とする帯状雲降水を想定した③の事例は、1996/97年に1回、1997/98年に2回の計3回しかなかった。

3. 帯状雲による降水が伊豆諸島南部で多い理由

伊豆諸島北部に帯状雲がかかる回数は、衛星画像を解析した全270日のうち111日におよび、そのうち104日が伊豆半島付近に発するAである。一方、伊豆諸島南部では66日に過ぎず、そのうち37日が熊野灘に発するCである。衛星画像上における帯状雲の外見は、AとCに差があるようには見

表3 雲分布パターンの解析結果 (1998/99)
記号は表1を参照のこと

1998. DEC

日付	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
海域/量																																
1:IN	*	*	*	*	*	*	*	*	A	A	A	*	*	*	*	*	A	*	*	A	A	*	A	A	*	*	*	*	*	*	A	
2:IS	*	*	*	*	*	*	*	*	B	b	A	*	*	*	*	*	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	B
3:SC	*	*	*	*	*	*	*	*	b	b	b	*	*	*	*	*	b	b	*	*	b	b	*	b	b	*	*	b	*	*	b	
4:WJ	*	*	*	*	b	*	*	b	b	b	b	b	*	*	*	b	b	b	*	*	*	*	*	b	b	*	*	b	*	*	b	
5:EC	s	*	sb	*	s	*	svb	svb	s	sb	sb	s	*	s	*	s	*	*	*	*	*	*	sb	sb	*	*	s	*	s	*	svb	
6:JS	s	*	sb	*	*	*	s	svb	svb	*	svb	*	*	s	*	*	*	*	s	b	*	*	sv	sb	s	s	*	*	svb	svb	svb	
降水判別																																
①	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	
②	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
③	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
④	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	●	-	●	●	●	-	-	

1999. JAN

日付	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
海域／雲																																
1:IN	A	A	A	A	*	*	A	A	A	A	A	A	*	*	*	A	A	*	*	A	A	*	*	*	*	*	*	*	*	A	A	*
2:IS	*	C	*	A	*	*	B	B	C	C	C	C	*	*	*	C	*	*	*	*	C	*	*	*	*	*	*	*	*	C	B	*
3:SC	b	*	b	b	*	*	b	b	b	b	b	b	b	*	s	b	b	*	*	b	b	*	*	*	*	*	*	*	b	b	*	
4:WJ	b	b	b	b	*	*	b	b	sb	sb	b	sb	sb	*	sb	b	b	*	*	b	sb	*	*	*	b	b	*	*	b	sb	*	
5:EC	sb	sb	*	*	*	s	sb	s	s	sb	*	s	s	*	s	s	*	*	*	s	s	*	*	*	*	*	*	*	*	sb	s	*
6:JS	svb	svb	*	*	*	*	svb	svb	svb	svb	b	b	sb	*	b	sb	*	*	*	svb	sb	*	*	*	*	*	*	*	sb	sb	svb	*
降水判別																																
①	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-
②	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
③	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
④	-	-	-	-	-	-	●	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-

1999. FEB

日付	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
海域／雲																												
1:IN	*	*	A	*	A	A	A	A	*	*	*	*	A	A	*	*	*	*	A	A	A	A	*	*	*	*	A	A
2:IS	*	*	C	*	C	C	*	*	*	*	*	*	C	C	*	*	*	*	*	C	B	B	*	*	*	*	B	B
3:SC	*	*	b	*	b	b	b	b	*	*	*	b	b	b	*	*	*	*	b	b	b	b	*	*	*	*	b	b
4:WJ	*	b	b	b	b	b	b	b	*	*	*	sb	sb	vb	*	*	*	*	sb	b	b	b	*	*	*	*	b	sb
5:EC	*	sb	s	s	s	*	*	*	*	*	s	sb	s	*	*	*	*	sb	sb	sb	sb	*	*	*	*	s	sb	s
6:JS	*	svb	s	*	*	*	s	*	*	*	svb	svb	svb	*	*	*	*	*	svb	*	b	b	*	*	*	*	sb	s
降水判別																												
①	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
②	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
③	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
④	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-	-	-	-	-	-	-

えない。両者の成因は、ともに寒気流の上流部の地形にあると思われ、Aの場合は富士山から伊豆半島にかけての山地、またCの場合は紀伊山地である。ともに山地の南側の西風と北側のやや北成分をもつ風の収束域に沿って細長い雲域が形成される。その帯の幅は、気流の上流部の先端付近では細いものの、下流側に著しく広くなるというものではない。この点は、日本海に形成される「V字状」とも表現されるものとは大きく異なる点である。先行諸研究においても、日本海のもの太平洋のものは基本的に別種の「带状雲」とされることがほとんどである。このことから、伊豆諸島付近の带状雲は、日本海のような収束帯に沿って組織化された筋状雲の東、あるいは徐々に幅が広がるロール雲ではなく、より単純な構造をした収束線に近いものである可能性が高いと考える。

問題となるのは、いかなる気流が収束しているのかということであろう。伊豆諸島南部に带状雲Cがかかる場合、本州南岸沿いの海域には強い西風が卓越していることが想定される。そこはいわゆる黒潮海域であり吹走する寒気流は著しい変質を受けているものと思われる。温暖海域上を長距離にわたって吹走した気流中の対流は深く、良く発達した積雲群から成る带状雲は八丈島に比較的多量の降

伊豆諸島における冬季の収束性擾乱に伴う降水の気候学的研究

水をもたらすことが考えられる。

Ⅳ. まとめ

GMS の赤外画像を使用して、1996年12月～1997年2月・1997年12月～1998年2月・1998年12月～1999年2月の3冬期について、伊豆諸島に降水をもたらす帯状雲の出現状況を調査した。その結果、帯状雲の出現日数が全日数の約50%弱におよぶことを確認した。伊豆諸島北部にかかる帯状雲は、おおむね伊豆半島付近から延びるもので、その出現頻度は高い。しかしながら、大島・新島・三宅島における日降水量は少なく、冬季の降水要因としての重要性は低い。

一方、八丈島を代表とする伊豆諸島南部においては、出現頻度は北部より低いものの、比較的強い降水をもたらす帯状雲がかかることが明らかとなった。その帯状雲は、北部のとは別のものであり、寒気流の上流側の端は紀伊半島の東側の熊野灘であった。これが伊豆半島付近に端をもつ帯状雲よりも強い降水をもたらす理由は、その帯の走向から推定すると、寒気が温暖な海域上をより長距離にわたって吹走してきたため、対流が深くなって発達した積雲が多いためであろう。

伊豆諸島の特に南部は、この緯度帯においては世界的にみて著しく降水量が多い海洋島群である。これは、世界でトップクラスの熱帯低気圧と温帯低気圧の通過域にあたるからであるが、冬季に寒波の影響を強く受けるユニークな海域であることを考え合わせると、そのユニークさは特筆に値する。今後の課題として、より長期の画像資料によって本研究の結果を補強する必要がある。

〈文献〉

- 植村八郎 (1980) 冬冬季節風下の日本海沿岸に大雪をもたらすしょう乱の構造と形成について. 天気, 27, 33-44.
- 梅本 亨 (1991) 暖冬年と寒冬年における日本の降水量分布の比較. 地理学評論, 64, 779-790.
- 梅本 亨 (1997) 気温観測からみた八丈富士の植生成立条件--八丈島は寒波の影響を受ける暖温帯の海洋島か? --. 日本地理学会地生態学研究グループ第1回研究発表・討論集会報告書『日本における地生態学研究の現状と課題』, 33-36.
- 岡林俊雄 (1972) 気象衛星からみた雪雲と降雪についての研究への利用. 気象研究ノート, 113, 74-106.
- 黒坂裕之 (1981) 気象衛星写真より見た冬季の日本周辺の雲分布の特徴. 東北地理, 33, 197-203.
- 黒坂裕之 (1982) 冬季日本列島太平洋岸沖に出現するクラウド・ラインについて. 地理学評論, 55, 779-788.
- 高原宏明・松本 淳 (2002) 屋久島の降水量分布に関する気候学的研究. 地学雑誌, 115, 726-746.
- 中田裕一 (1987) 冬冬季節風の吹き出し時に日本近傍に現れる雲列群の出現分布. 天気, 34, 45-53.
- 仁科淳司 (1984a) 冬季西南日本太平洋側に発生する雲バンドと地上気象要素分布の関係. 地学雑誌, 93, 38-49.
- 仁科淳司 (1984b) 冬冬季節風下における中部日本周辺の雲分布に与える地形効果. 地理学評論, 57, 329-348.
- 仁科淳司 (1987) 冬冬季節風下における東北日本周辺の雲分布と局地高気圧・低気圧との関係. 地理学評論, 60, 147-169.
- 仁科淳司 (1988) 局地高気圧・低気圧の発生は冬冬季節風下に典型的な雲分布パターンの形成に先行するか--中部日本とその周辺における事例解析-. 地理学評論, 61, 830-836.
- 仁科淳司 (1989) 局地高気圧・低気圧の発生および帯状雲の上陸からみた冬冬季節風下における日本の降水量分

布. 地理学評論, 62, 1-24.

- Andersson, T. and N. Gustafsson (1994) Coast of departure and coast of arrival: Two important concepts for the formation and structure of convective snowbands over seas and lakes. *Monthly Weather Review*, **122**, 1036-1049.
- Atkinson, B.W. (1981) *Meso-scale Atmospheric Circulations*. Academic Press, 495pp, London.
- Kristovich, D.A.R. and R.A. Steve III (1995) A satellite study of cloud-band frequencies over the Great Lakes. *Journal of Applied Meteorology*, **34**, 2083-2090.
- Nagata, M., Ikawa, M., Yoshizumi, S. and T. Yoshida (1986) On the formation of a convergent cloud band over the Japan Sea in winter; Numerical experiments. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **64**, 841-855.
- Nagata, M. (1987) On the structure of a convergent cloud band over the Japan Sea in winter; a prediction experiment. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **65**, 871-883.
- Nagata, M. (1991) Further numerical study on the formation of the convergent cloud band over the Japan Sea in winter. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **69**, 419-428.
- Umemoto, T. (1982) Cyclone frequency in East Asia and double-cyclones. *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University*, **17**, 43-60.

(うめもと・とおる 文学部教授)